



PCT/AT 2004 / 000244

# ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

Kanzleigeühr € 11,00  
Schriftengebühr € 52,00

REC'D 04 AUG 2004

WIPO

PCT

Aktenzeichen **A 724/2004**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma AVL LIST GMBH  
in A-8020 Graz, Hans-List-Platz 1  
(Steiermark),**

am **27. April 2004** eine Patentanmeldung betreffend

**"Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine",**

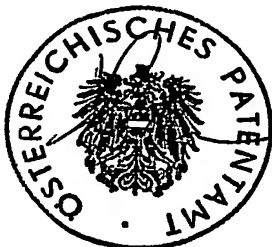
überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnung mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnung übereinstimmt.

Österreichisches Patentamt

Wien, am 20. Juli 2004

Der Präsident:

i. A.



**HRNCIR**  
Fachoberinspektor

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



BEST AVAILABLE COPY

## AT PATENTSCHRIFT

(11) Nr.

(Bei der Anmeldung sind nur die eingerahmten Felder auszufüllen - bitte fett umrandete Felder unbedingt ausfüllen!)

(73) Patentinhaber:

AVL LIST GMBH  
in Graz (AT)

(54) Titel:

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

(61) Zusatz zu Patent Nr.

(66) Umwandlung von

(62) gesonderte Anmeldung aus (Teilung):

(30) Priorität(en):

--

(72) Erfinder:

(22) (21) Anmeldetag, Aktenzeichen:

27. April 2004,

(60) Abhängigkeit:

(42) Beginn der Patentdauer:

Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgabetag:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

DE 43 22 319 C2  
DE 197 49 817 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine.

Es ist bekannt, den Einspritzzeitpunkt für den Kraftstoff aufgrund von Motorbetriebsparametern bzw. kennfeldgesteuert zu bestimmen. Weiters ist es bekannt, den Einspritzzeitpunkt über einen Verbrennungslageregler mit Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage zu berechnen. Die solcher Art bestimmten Einspritzzeitpunkte sind für den stationären Zustand ausreichend.

Im dynamischen Motorbetrieb kommt es allerdings in Folge transient auftretender Abweichungen der Zylinderfüllung von den stationären Soll-Werten zu einer Abweichung des resultierenden Verbrennungsgeräusches von den stationären Soll-Werten.

Aus der DE 43 22 319 C2 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem ausgehend von einem  $\lambda$ -Wert ein erster Ist-Wert und ausgehend von dem ersten Ist-Wert und einem ersten Soll-Wert eine erste Steuergröße durch ein erstes Regelmittel vorgegeben wird. Weiters kann ausgehend von einer Luftmenge ein zweiter Ist-Wert und durch ein zweites Regelmittel ausgehend von dem zweiten Ist-Wert und einem zweiten Soll-Wert eine zweite Steuergröße vorgegeben werden. Die Soll-Werte werden dabei derart gewählt, dass beim Vorliegen bestimmter Betriebsbedingungen die Soll-Werte für die Luftmenge und bei Nichtvorliegen dieser bestimmten Betriebsbedingungen Soll-Werte für den  $\lambda$ -Wert vorgegeben werden.

Es ist bekannt, Spritzbeginn oder Verbrennungslage bei einer Brennkraftmaschine beispielsweise mit einem Zylinderdrucksensor zu ermitteln und daraus Steuersignale zur Steuerung der Brennkraftmaschine, wie etwa den Einspritzzeitpunkt zu gewinnen. In der DE 197 49 817 A1 wird vorgeschlagen, den Spritzbeginn und die Verbrennungslage aus der Differenz zwischen dem gemessenen Druckverlauf und einem berechneten Druckverlauf zu ermitteln.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren für den Betrieb einer Brennkraftmaschine vorzuschlagen, mit welchem im dynamischen Motorbetrieb das Verbrennungsgeräusch möglichst auf den Werten des stationären Motorbetriebes gehalten werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies durch folgende Schritte erreicht:

- Bestimmen eines Soll-Wertes für einen Einspritzzeitpunkt und/oder eine Verbrennungslage,

## 032

- Bestimmen eines Soll-Wertes für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder und/oder für das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas,
- Messen oder Berechnen eines Ist-Wertes für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder und/oder das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas,
- Bilden der Differenz zwischen dem Soll-Wert und dem Ist-Wert des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas,
- Korrigieren des Soll-Wertes des Einspritzzeitpunktes bzw. der Verbrennungslage aufgrund der Differenz zwischen dem Soll-Wert und dem Ist-Wert des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas.

Die Soll-Werte können aufgrund zumindest eines aktuellen Motorparameters berechnet oder aus in einem Kennfeld abgelegten Daten ausgewählt werden.

Wenn die Bestimmung des Einspritzzeitpunktes rein gesteuert, also ohne Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage erfolgt, kann dieser vorbestimmte Einspritzzeitpunkt dynamisch korrigiert werden. Die Korrektur erfolgt dabei als Funktion der Abweichung zwischen dem geforderten Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und dem gemessenen und/oder berechneten Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder. Wenn der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse kleiner ist als der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und somit der Inertgasmassenanteil im Zylinder zu hoch oder der Frischluftmassenanteil zu gering ist, erfolgt eine Korrektur des Einspritzzeitpunktes in Richtung Früh. Wenn der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse hingegen größer ist als der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und der Inertgasmassenanteil somit zu gering oder der Frischluftmassenanteil zu hoch ist, erfolgt eine Korrektur des Einspritzzeitpunktes in Richtung Spät.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Korrektur als Funktion der Abweichung zwischen dem geforderten Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas und dem gemessenen und/oder berechneten Ist-Wert für das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas erfolgen. Wenn der aktuelle Ist-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas kleiner ist als der Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas und der Inertgasmassenanteil im Zylinder somit zu hoch ist, erfolgt eine Korrektur des Einspritzzeitpunktes in Richtung

Früh. Wenn der Ist-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas hingegen größer als der Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas ist und der Inertgasmassenanteil im Zylinder somit zu klein ist, erfolgt eine Korrektur des Einspritzzeitpunktes in Richtung Spät.

Falls die Berechnung des Einspritzzeitpunktes über einen Verbrennungslageregler, also in einer "closed loop"-Regelung mit Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage erfolgt, so wird der Soll-Wert für die Verbrennungslage dynamisch, beispielsweise additiv, korrigiert. Die Korrektur kann dabei als Funktion der Abweichung zwischen dem Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und dem gemessenen und/oder berechneten Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder erfolgen. Wenn der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse kleiner ist als der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und der Inertgasmassenanteil im Zylinder somit zu hoch oder der Frischluftmassenanteil zu gering ist, erfolgt eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes für die Verbrennungslage in Richtung Früh. Wenn dagegen der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse größer ist als der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse und somit der Inertgasmassenanteil im Zylinder zu gering oder Frischluftmassenanteil zu hoch ist, erfolgt eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes für die Verbrennungslage in Richtung Spät. Genauso kann die Korrektur als Funktion der Abweichung zwischen dem geforderten Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas und dem gemessenen und/oder berechneten Ist-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas ermittelt werden. Wenn der Ist-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas kleiner ist als der Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas und der Inertgasmassenanteil im Zylinder somit zu hoch ist, erfolgt eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes für die Verbrennungslage in Richtung Früh. Wenn der aktuelle Ist-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas hingegen größer als der Soll-Wert des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas ist und der Inertgasmassenanteil im Zylinder somit zu klein ist, erfolgt eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes für die Verbrennungslage in Richtung Spät.

Durch die Korrektur des Einspritzzeitpunktes und/oder der Verbrennungslage in Abhängigkeit der Differenz zwischen den Ist- und den Soll-Werten für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder und/oder dem Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas kann im dynamischen Motorbetrieb eine Abweichung zwischen dem transienten und dem stationären Verbrennungsgeräusch zufolge transient auftretender Abweichungen der Zylinderfüllung vom stationären Soll-Wert vermieden werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

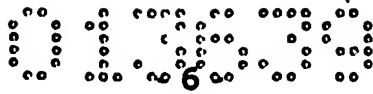
Es zeigen Fig. 1 eine Darstellung zur Erläuterung der dynamischen Korrektur des Einspritzzeitpunktes bei gesteuertem Betrieb und Fig. 2 eine Darstellung zur Erläuterung der dynamischen Korrektur des Soll-Wertes der Verbrennungslage bei geregelterm Betrieb.

Wie in Fig. 1 ersichtlich ist, wird in einer elektronischen Steuereinheit ECU aufgrund der Motordrehzahl  $n$ , der Motorlast  $L$  und anderer Motorbetriebsparameter ein Einspritzzeitpunkt  $t_{ES}$  berechnet, ohne Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage. Aufgrund des Motorbetriebspunktes wird der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse  $v_s$  im Zylinder oder ein Soll-Wert  $\lambda_s$  für das Luft/Kraftstoffverhältnis  $\lambda$  im Abgas berechnet. Der Ist-Wert  $v_I$  bzw.  $\lambda_I$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas wird weiters messtechnisch ermittelt oder berechnet. Aufgrund der Differenz zwischen den Soll-Werten  $v_s$ ,  $\lambda_s$  und den Ist-Werten  $v_I$ ,  $\lambda_I$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas wird ein Korrekturwert  $\Delta t_{ES}$  für den Soll-Wert des Einspritzzeitpunktes  $t_{ES}$  ermittelt. Ist der Ist-Wert  $v_I$  bzw.  $\lambda_I$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas kleiner als der Soll-Wert  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse der Luftmasse bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas, so erfolgt eine beispielsweise additive Korrektur des Einspritzzeitpunktes  $t_{ES}$  in Richtung Früh. Wenn der Ist-Wert  $v_I$  bzw.  $\lambda_I$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  hingegen größer ist, als der Soll-Wert  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas, wird der Einspritzzeitpunkt  $t_{ES}$  in Richtung Spät verstellt. Das Ergebnis dieser Prozedur ist ein korrigierter Einspritzzeitpunkt  $t_{ES,K}$ .

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsvariante wird der Einspritzzeitpunkt  $t_{ES,K}$  über einen Verbrennungsregler  $R_v$  berechnet, welcher Ist-Werte  $t_{vI}$  über die aktuelle Verbrennungslage miteinbezieht. Aus der Motordrehzahl  $n$  und der Motorlast  $L$  wird ein Soll-Wert  $t_{vs}$  für die Verbrennungslage in einer elektronischen Kontrolleinheit ECU ermittelt. Aufgrund des Motorbetriebszustandes wird ein Soll-Wert  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. für das Luft/Kraftstoffverhältnis  $\lambda$  im Abgas vorgegeben. Der Ist-Wert  $v_I$  bzw.  $\lambda_I$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas wird kontinuierlich oder diskontinuierlich ermittelt. Aufgrund der Abweichung zwischen den Soll-Werten  $v_s$ ,  $\lambda_s$  und den Ist-Werten  $v_I$ ,  $\lambda_I$  wird ein Korrekturfaktor  $\Delta t_{vs}$  für den Soll-Wert der Verbrennungslage  $t_{vs}$  berechnet und damit der Soll-Wert  $t_{vs}$  für die Verbren-

nungslage dynamisch, beispielsweise additiv, korrigiert. Wenn der Ist-Wert  $v_i$ ,  $\lambda_i$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas kleiner ist als der Soll-Wert  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas, erfolgt eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes  $t_{vs}$  für die Verbrennungslage in Richtung Früh. Wenn der Ist-Wert  $v_i$  bzw.  $\lambda_i$  größer ist als der Soll-Wert  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas, erfolgt hingegen eine Korrektur des geforderten Soll-Wertes  $t_{vs}$  für die Verbrennungslage in Richtung Spät. Der korrigierte Soll-Wert  $t_{vs,K}$  wird im Verbrennungslageregler  $R_v$  mit dem Ist-Wert  $t_{vi}$  der Verbrennungslage verglichen und daraus ein korrigierter Soll-Wert  $t_{es,K}$  für den Einspritzzeitpunkt errechnet.

Durch die dynamische Korrektur des Einspritzzeitpunktes durch Vergleichen der Ist-Werte  $v_i$  bzw.  $\lambda_i$  mit den Soll-Werten  $v_s$  bzw.  $\lambda_s$  des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses  $\lambda$  im Abgas kann im dynamischen Motorbetrieb eine Abweichung zwischen dem resultierenden transienten und dem entsprechenden stationären Verbrennungsgeräusch infolge transient auftretender Abweichungen der Zylinderfüllung vom stationären Soll-Wert vermieden werden.



## **PATENTANSPRÜCHE**

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, mit folgenden Schritten:
  - Bestimmen eines Soll-Wertes für einen Einspritzzeitpunkt und/oder eine Verbrennungslage,
  - Bestimmen eines Soll-Wertes für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder und/oder für das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas,
  - Messen oder Berechnen eines Ist-Wertes für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder und/oder das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas,
  - Bildung der Differenz zwischen dem Soll-Wert und dem Ist-Wert des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas,
  - Korrigieren des Soll-Wertes des Einspritzzeitpunktes bzw. der Verbrennungslage aufgrund der Differenz zwischen dem Soll-Wert und dem Ist-Wert des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Soll-Wert für den Einspritzzeitpunkt und/oder für die Verbrennungslage in Richtung Früh korrigiert wird, wenn der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas kleiner ist als der Soll-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse bzw. das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Soll-Wert für den Einspritzzeitpunkt und/oder für die Verbrennungslage in Richtung Spät korrigiert wird, wenn der Ist-Wert für das Verhältnis von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. das Luft/Kraftstoffverhältnis im Abgas größer ist als der Soll-Wert des Verhältnisses von Frischluftmasse zur Inertgasmasse im Zylinder bzw. des Luft/Kraftstoffverhältnisses im Abgas.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Soll-Wert für den Einspritzzeitpunkt auf rein steuerungstechni-



013339

schem Wege – ohne Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage – bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass - bei Verwendung eines Verbrennungsreglers mit Rückmeldung über die aktuelle Verbrennungslage – der Einspritzzeitpunkt auf regelungstechnischem Wege aus der Differenz zwischen dem Soll-Wert der Verbrennungslage und dem Ist-Wert der Verbrennungslage bestimmt wird.

2004 04 27  
Fu/Ik/Sc

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk  
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17  
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333  
e-mail: patent@babeluk.at

01339

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Durch dynamische Korrektur des Einspritzzeitpunktes im transienten Motorbetrieb wird eine Verringerung des Verbrenungsgeräusches erreicht.

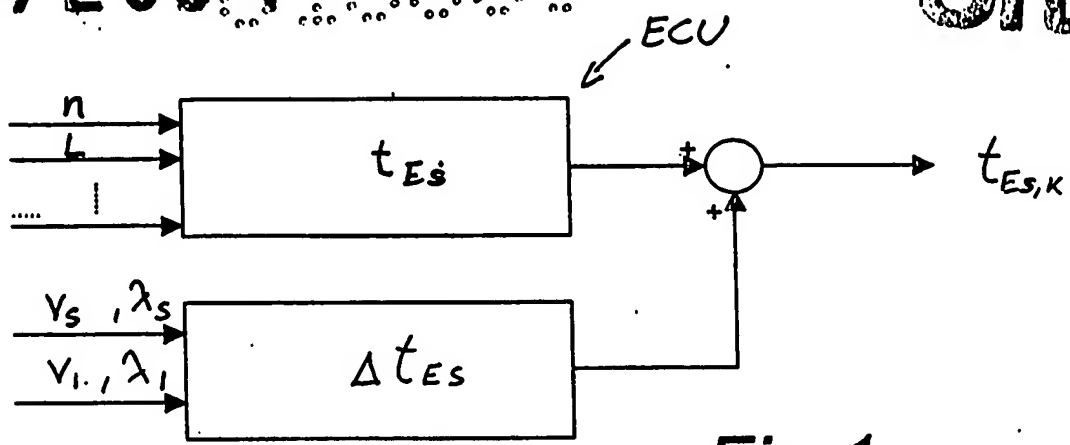


Fig. 1

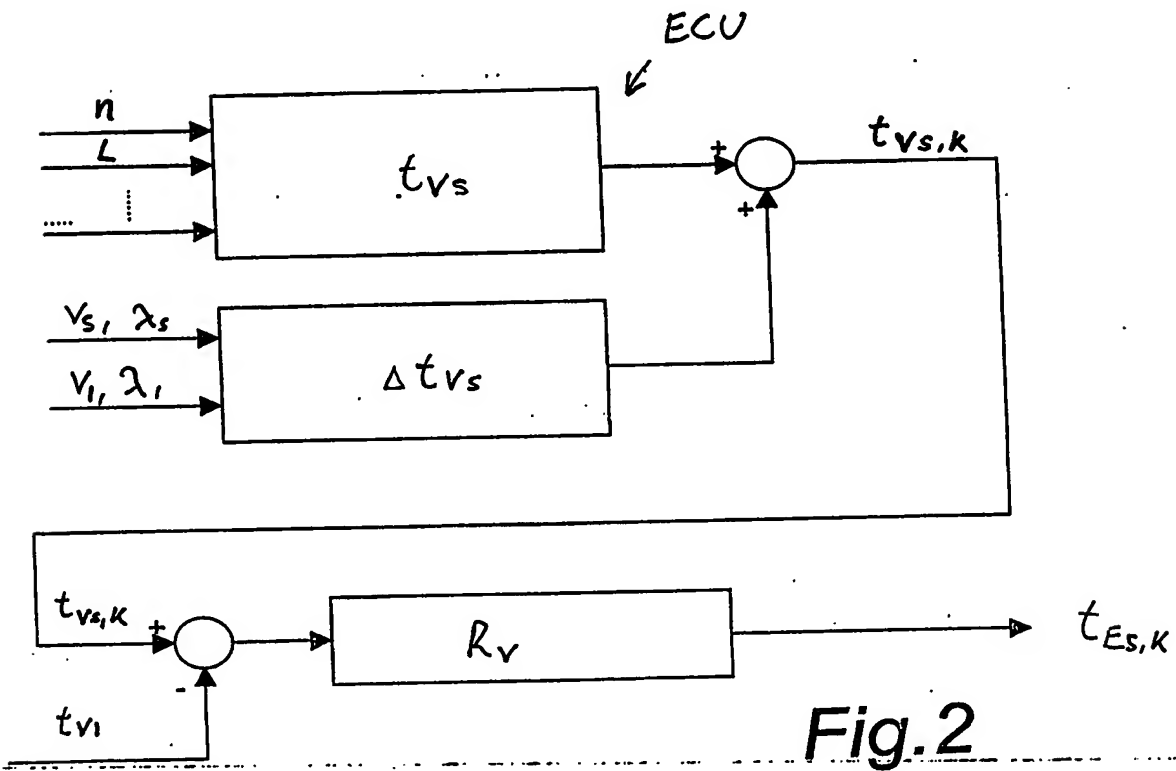


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**